Aus dem Pathologischen Institut der Freien Universität Berlin
im Städt. Krankenhaus Westend
Direktor: Professor Dr. med. W. Maßhoff

# UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE BESTIMMUNG DES GEHALTES DES LEICHENHERZENS AN FETT- UND MYOCARDGEWEBE

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Dagmar Scheidt
aus Berlin-Charlottenburg

1966

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535704_0086

Aus dem Pathologischen Institut der Freien Universität Berlin
im Städt. Krankenhaus Westend

Direktor: Professor Dr. med. W. M a ß h o f f

---

# Untersuchungen über die Bestimmung des Gehaltes des Leichenherzens an Fett- und Myocardgewebe.

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Scheidt, Dagmar
aus Berlin-Charlottenburg.

Dekan: Professor Dr. Maßhoff
Referent: Professor Dr. Maßhoff
Korreferent: Professor Dr.Dr. Freudenberg

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK - LEIDEN -

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 8. 2. 1966

Untersuchungen über die Bestimmung des Gehaltes
des Leichenherzens an Fett- und Myocardgewebe.

## I. Einleitung.

Die Anregung zu dieser Arbeit entstand aus einem praktischen Bedürfnis am Sektionstisch. Immer wieder taucht bei der Sektion stark lipomatöser Herzen die Frage auf, wie groß der Anteil des kontraktilen Gewebes - des Myocards - am Gesamtherzgewicht ist, bzw. sein mag.

Seit langem ist man bemüht, durch Gewichtsbestimmungen am Menschen einen Einblick in die biologischen Verhältnisse zu erhalten; so sind durch umfassende Untersuchungen die Gewichtsverhältnisse der Organe einigermaßen bekannt; besonders das Herz wurde einer metrischen Analyse unterzogen (MÜLLER, ROESSLE-ROULET, LINZBACH, HORT). Bei Bestimmungen des Herznormgewichtes treten bei den einzelnen Autoren starke Variationen auf, die auf die verschiedenen Präparationsmethoden zurückzuführen sind.

Die verschiedenen Untersuchungsmethoden führten so zu den unterschiedlichsten Ergebnissen, die nicht miteinander vergleichbar sind, da sie keine allgemeingültige Bezugsgröße enthalten. Die Ergebnisse sind somit nur von rein wissenschaftlichem Interesse. Erst die systematischen Untersuchungen von MÜLLER und ROESSLE mit ihren Schulen schafften diesbezüglich richtungsweisende Grundlagen.

LINZBACH prägte den Begriff des kritischen Herzgewichtes, eine für die praktische Arbeit verwertbare Größe, die einen Vergleich der Ergebnisse aus den einzelnen Instituten gestattet.

Aber auch in diesem Vergleich - das kritische Herzgewicht betreffende Angaben - liegt eine Fehlerquelle; alle Untersucher sind sich über diese Fehlerquelle, die bei Wägungen des Herzens durch das Fettgewebe gegeben sind, völlig einig. So ist ein Herz mit starkem Fettgehalt, dessen Gewicht die kritische Grenze erreicht oder eben übersteigt, ohne Kenntnis der wahren Fettmenge schwer zu beurteilen.

Um die entscheidende Frage quantitativ beantworten zu können, müßte nunmehr eine Präparation des Herzens nach MÜLLER durchgeführt werden. Erst dann wären mit der Isolierung des "rechten" und "linken Kammeranteiles" und des "Septum" für eine derartige Beurteilung konkret verwertbare Zahlen gegeben, denn erst die effektive Erfassung des aktiven Parenchyms gestattet eine Aussage über die durch die Muskelmasse gegebene Leistung des Herzens. So ist also auch die Bedeutung des kritischen Herzgewichtes durch den stets schwankenden Fettgehalt stark eingeschränkt; wird dagegen unter Bezugnahme auf das kritische Herzgewicht doch eine Aussage über das zu beurteilende Herz vorgenommen, kann diese bei hohem Fettgehalt nicht exakt sein, da eine aus dem kritischen Gewicht resultierende "Hypertrophie" lediglich durch eine große Fettansammlung hervorgerufen sein kann, während die eigentliche Muskelmasse nicht vermehrt ist, eventuell sogar eine "Atrophia lipomatosa" vorliegt. Messungen dieser Art führen also nur zu Scheinergebnissen. MÜLLER unterstrich als einer der ersten den entscheidenden Einfluß, den das "Fett" auf die Beurteilung des Gesamtgewichts des Herzens hat. Andere Autoren (THOMA, PEACOCK) schlossen sich diesen Gedankengängen an, verfolgten jedoch andere Präparationsmethoden - THOMA entfernte Gefäße und Fetthülle - und untersuchten ausgewählte Herzen, um so dem wahren Myocardgewicht näherzukommen. MÜLLER betonte im Hinblick auf das Pericardfett: "Wie wichtig die Entfernung des abpräparierbaren Pericardfettes ist, ergibt eine Betrachtung des Einflusses, welchen dasselbe auf die Gewichtsbestimmung des Herzens ausübt". Bei ganz mageren Herzen findet er einen Fehler von 5 % für die Massenbestimmung der Herzmuskulatur, dieser steigt bei stärkerem Fettgehalt proportional

an. Als Beweis führt MÜLLER zwei Herzen mit besonders ausgeprägter Fetthülle an:

> als ersten Fall eine 78jährige Frau mit einem Bruttogewicht des Herzens von 327,6 g und abpräparierbarem Pericardfett von 146,3 g;
>
> als zweiten Fall einen 58jährigen Mann mit einem Bruttogewicht des Herzens von 494,3 g und abpräparierbarem Fett von 266,2 g.
>
> Im ersten Fall beträgt der durch das Fett bedingte Fehler 45 %, im zweiten Fall 54 %, also mehr als die Hälfte des Herzbruttogewichtes.

Diese Zahlen beweisen, wie beträchtlich der Fehler sein würde, wenn man die für die Masse des menschlichen Herzens bisher gefundenen Mittelwerte auf die Herzmuskulatur übertragen wollte. Herzgröße und Herzbruttogewicht stellen keine Größen dar, die etwas über die Myocardmasse aussagen, noch vergleichbare Größen zur Herzleistung bieten.

Auch ROESSLE erkannte den Fehler in der Bestimmung des Herzgewichtes. Er sprach von dem "recht beträchtlichen Fehler des mitgewogenen Herzfettes". In gleicher Richtung bewegen sich aud die Überlegungen von LINZBACH: "Das spezifische Gewicht des Herzens unterliegt nur geringen Schwankungen und kann daher als Konstante behandelt werden, wenn man von Verfettungen und Fettherzen absieht".

Nach REINER, MAZZOLENI und RODRIGUEZ können 1/3 und mehr des Herzgewichtes auf das epicardiale Fettgewebe entfallen. SCHOENMACKERS glaubt, daß die Funktion eines Herzens, dessen Lipomatose 25 % beträgt, noch unbeeinflußt wäre. Bei Frauen wird eine Lipomatosis cordis bei einem niedrigeren Herzgewicht als bei Männern gefunden. "Daraus folgt, daß das effektive Myocardgewicht bei Frauen oft noch kleiner ist, als es das routinemäßig bestimmte Herzgewicht aussagt". Alter des Menschen und Quantität seiner Herzfetthülle sind von nicht unwesentlicher Bedeutung.

In der Embryonalzeit tritt kein wägbares Pericardfett auf. Erst ab 2. Lebensmonat ist eine wägbare Pericardfettmenge zu beobachten, die bis zur Geschlechtsreife gleichförmig zu-

nimmt. In der Entwicklungszeit tritt dann eine sprungweise Gewichts- und Volumenzunahme des Herzens auf. Die Menge des Pericardfettes steigert sich dann bis zum 8. Dezennium um das Zweieinhalbfache.

Aus den genannten Gründen müsste bei jeder Herzobduktion eine exakte Präparation des Fettes vorgenommen werden, die aber aus zeitlichen Gründen selbst für den Geübten nicht durchführbar ist. Deshalb war die Aufgabe gestellt, eine Methode zu entwickeln, die eine Beurteilung der Fetthülle des Herzens und damit die möglichst exakte quantitative Feststellung der aktiven Muskelmasse ohne Präparation gestattet. Diese Methode sollte gegebenenfalls über theoretische Fragen hinaus besonders den Anforderungen der täglichen Praxis auf dem Sektionssaal genügen.

## II. Methodik.

a) Zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes des Myocard- sowie Fettgewebes - beide Gewebe sind als feste inhomogene Körper zu werten - wählten wir die Messung im flüssigen Milieu. Es wurde hierbei der Gewichtsverlust nach Eintauchen in die gewählte Flüssigkeit gemessen. Das spezifische Gewicht wurde nach der Formel

$$Y = \frac{Gew._L}{Gew._{Verl.}} \cdot Y_{Fl}$$

$Y$ = spezifisches Gewicht

$Gew._L$ = Gewicht in Luft

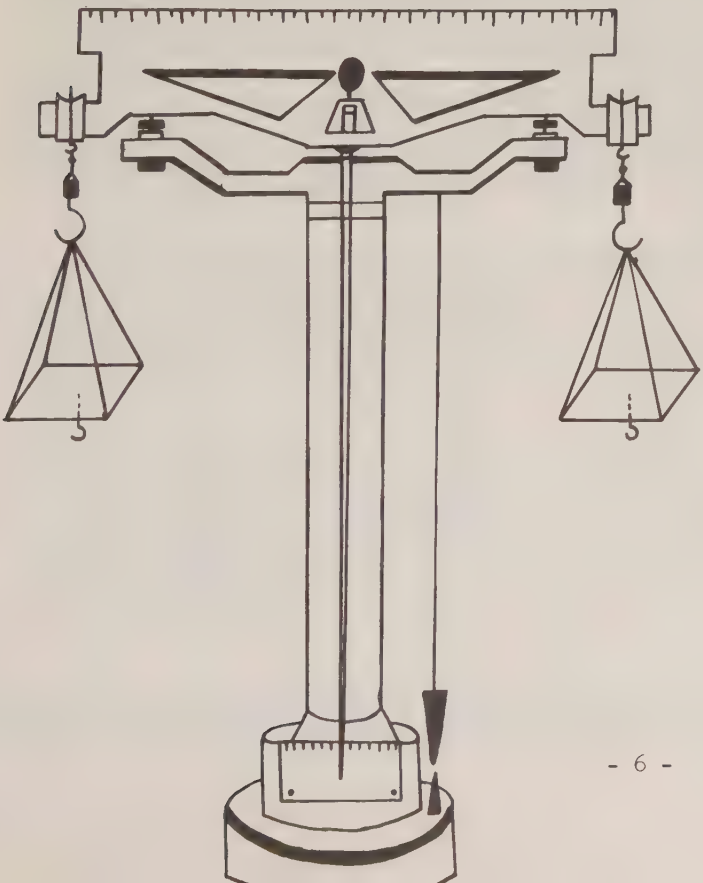
$Gew._{Verl.}$ = Gewichtsverlust

$Y_{Fl}$ = Spezifisches Gewicht der Flüssigkeit

Das spezifische Gewicht oder die Dichte eines Stoffes gibt an, in welchem Verhältnis das Gewicht der Volumeneinheit des betreffenden Stoffes zu dem Gewicht von 1 ccm Wasser von 4°C steht. Da die Temperatur auf den zu bestimmenden Körper und die Vergleichsflüssigkeit einen starken Einfluß hat, wurden die Messungen der Untersuchungsreihen weitgehend bei gleichbleibender Temperatur durchgeführt.

Waage:

b) In Anlehnung an die Mohrsche Waage, mit der im allgemeinen das spezifische Gewicht ermittelt wird, wurde eine hochempfindliche Analysenwaage umkonstruiert. Die üblichen Metallschalen wurden durch Plexiglasschalen ersetzt; diese wurden relativ hoch unter dem Waagebalken hängend angebracht. Im Zentrum der einen Plexiglasschale wurde ein Leichtmetallhäkchen angebracht, das über einen feinen Perlonfaden (Durchmesser = 0,4 mm) die zu untersuchenden Gewebsstücke hängend aufnehmen konnte. Die andere Plexiglasschale - gewichtsmäßig der erstbeschriebenen gleichwertig - diente zur Aufnahme der Gewichte.



Untersuchungsgang:

c) Das Gewebsstück, entweder Myocard- oder Fettgewebe, wurde mit einem gewichtsmäßig konstant gehaltenen Perlonfaden an das Häkchen der einen Plexiglasschale gehängt. Daraufhin wurde das Mehr durch Analysengewichte auf der Gegenseite kompensiert. Danach wurde das Gewebsstück in die Vergleichslösung, die sich in einem Becherglas befand, total eingetaucht. Der hierbei entstehende Gewichtsverlust wurde entweder durch Zugabe von Analysengewichten zur untersuchenden Seite oder durch Entfernung von Analysengewichten von der Gegenseite ausgeglichen. Der Zeitraum eines Analysenganges wurde äußerst klein gehalten, um Zustandsänderungen des Myocards durch Austauschveränderungen zwischen Myocard und Wägungsmilieu sowie Austrocknung zu verhindern.

Das Myocard wurde in Form von kleinen rein myocardialen Gewebsstücken, die frei von Endocard und Epicard sowie zwischengewebsarm waren, gegenüber Aqua destillata, NaCl 0,9 %, Tyrode-Lösung, Ringer-Lösung, Formalin Lösung 10 % sowie 1 + 9 (HORT) gemessen.

Für das Fettgewebe wurde eine Flüssigkeit gewählt, die mit ihrem spezifischen Gewicht weit unter dem des Aqua destillata und sicher unter dem des Fettes liegt. Diesen Anforderungen genügte Paraffinum liquidum pro analysi. Die Aufstellung der spezifischen Gewichte der oben genannten Analysenflüssigkeit (Tab. 1) wurde im Physiologischen Institut der Freien Universität Berlin vorgenommen. x)

Tabelle 1:

Spezifische Gewichte der Analysenflüssigkeiten

| M e d i u m | 20,2°C | 21,2°C | 22,2°C | 23,7°C |
|---|---|---|---|---|
| Aqua destillata | 0,998 | 0,997 | 0,996 | 0,995 |
| Na Cl 0,9 % | 1,0049 | 1,0046 | 1,0042 | 1,0037 |
| Tyrode-Lösung | 1,0048 | 1,0043 | 1,0041 | 1,0039 |
| Ringer-Lösung | 1,0037 | 1,0035 | 1,0033 | 1,003 |
| Formalin 10 % | 1,0227 | 1,022 | 1,0214 | 1,0211 |
| Formalin 1 + 9 | 1,0081 | 1,0079 | 1,0076 | 1,0072 |
| Paraffinum liquidum | 0,8785 | 0,878 | 0,8773 | 0,877 |

x) Herrn Priv. Doz. Dr. Haberich vom Physiologischen Institut der FU danke ich aufrichtig für die Gewährung eines Arbeitsplatzes.

Bei den beschriebenen Messungen konnte die Untersuchungsdauer infolge ihrer Kürze unberücksichtigt bleiben. Andere Messungen mit längerer Verweildauer der Gewebe in den Analysenflüssigkeiten dienten der Feststellung von Änderungen des spezifischen Gewichtes. Die Gewebsstücke wurden sofort, nach 30 Minuten, 1 Stunde, 2 Stunden, 3 Stunden, 24 Stunden, sowie 48 Stunden Aufbewahrung in der Analysenflüssigkeit gemessen. In Formalin erstreckten sich die Messungen auf 13 Tage.

Die Muskelstückchen wurden sofort bei der Herzsektion entnommen. Hierbei wurde keine Auswahl nach Zeit, Todesursache, Grundkrankheit und Alter getroffen.

Die Myocardstücke wurden vor jeder Berührung mit fremden Flüssigkeiten, sowie vor Austrocknung geschützt. Die Untersuchungen wurden unmittelbar nach der Entnahme vorgenommen. In gleicher Weise wurde das Herzfettgewebe untersucht. Myocardstücke wurden von verschiedenen Kammerteilen entnommen, und zwar von der linken Kammerkante, von der septumnahen Vorderwand, dem Kantenabschnitt der rechten Kammer, sowie von linken Papillarmuskeln. Das Fettgewebe entstammt dem Epicard über dem rechten Ventrikel oder der basalen Coronarfurche.

d) Parallel wurde der Gewichtsverlust des Myocards bis zur Gewichtskonstanz bestimmt.
Hierbei wurden kleinste Muskelteilchen im Brutschrank bei $70^{\circ}$ aufbewahrt. Die Wägung erfolgte mit einer Torsionswaage. Die durchschnittliche Zeit zur Erreichung der Gewichtskonstanz betrug 4 x 24 Stunden.

## III. Ergebnisse:

### Spezifisches Gewicht des Myocards

1. Aus den Analysen wurden für das rechte Myocard folgende Werte ermittelt:

Tabelle 2:

Y = spez. Gewicht

s = mittlere quadratische Abweichung

$s_{\bar{x}}$ = mittlerer Fehler des Durchschnitts

$s_{\Delta}$ = mittlerer Fehler der Differenz

$\Delta$ = Differenz

t = Signifikanz

| Medium | Kante | Septumnähe |
|---|---|---|
| Aqua destillata | $\bar{y}$ = 1050<br>s = 0,007<br>$s_{\bar{x}}$ = 0,0013 | $\bar{y}$ = 1052<br>s = 0,008<br>$s_{\bar{x}}$ = 0,0025 |
| | $s_\Delta$ = 0,0029<br>$\Delta$ = 0,002<br>t = 0,69 | |
| 0,9 % Na Cl-Lösung | $\bar{y}$ = 1053<br>s = 0,0087<br>$s_{\bar{x}}$ = 0,0012 | $\bar{y}$ = 1054<br>s = 0,008<br>$s_{\bar{x}}$ = 0,0015 |
| | $s_\Delta$ = 0,0019<br>$\Delta$ = 0,001<br>t = 0,53 | |
| Paraffinum liquidum | $\bar{y}$ = 1053<br>s = 0,013<br>$s_{\bar{x}}$ = 0,0040 | $\bar{y}$ = 1055<br>s = 0,012<br>$s_{\bar{x}}$ = 0,0035 |
| | $s_\Delta$ = 0,0053<br>$\Delta$ = 0,002<br>t = 0,37 | |

für das linke Myocard:

Tabelle 3:

| | | |
|---|---|---|
| Aqua destillata | $\bar{y}$ = 1054<br>s = 0,008<br>$s_{\bar{x}}$ = 0,0008 | $\bar{y}$ = 1055<br>s = 0,0087<br>$s_{\bar{x}}$ = 0,0015 |
| | $s_\Delta$ = 0,0017<br>$\Delta$ = 0,001<br>t = 0,59 | |

| Medium | Kante | Septumnähe |
|---|---|---|
| 0,9 % Na Cl-Lösung | $y = 1055$ | $y = 1057$ |
| | $s = 0,006$ | $s = 0,008$ |
| | $s_{\bar{x}} = 0,0007$ | $s_{\bar{x}} = 0,001$ |
| | $s_\Delta = 0,0012$ | |
| | $\Delta = 0,002$ | |
| | $t = 1,67$ | |
| Paraffinum liquidum | $y = 1059$ | $y = 1058$ |
| | $s = 0,011$ | $s = 0,012$ |
| | $s_{\bar{x}} = 0,0020$ | $s_{\bar{x}} = 0,0024$ |
| | $s_\Delta = 0,0032$ | |
| | $\Delta = 0,001$ | |
| | $t = 0,31$ | |

Zwischen den Werten des marginalen und septumnahen Myocards jeder Herzkammer besteht kein signifikanter Unterschied. Deswegen wurden die erhaltenen Werte eines jeden Ventrikels addiert und das spezifische Gewicht des rechten sowie des linken Ventrikels ermittelt.

Das rechte Myocard weist folgendes spezifisches Gewicht auf:

| | | |
|---|---|---|
| In Aqua destillata | von | 1051, |
| in 0,9 % Na Cl-Lösung | " | 1053, |
| in Ringer-Lösung | " | 1048, |
| in Tyrode-Lösung | " | 1044. |

Das linke Myocard zeigt ein spezifisches Gewicht

| | | |
|---|---|---|
| in Aqua destillata | von | 1055, |
| in 0,9 % Na Cl-Lösung | " | 1056, |
| in Ringer-Lösung | " | 1054, |
| in Tyrode-Lösung | " | 1056. |

In Paraffinum liquidum wurde für das rechte Kammermyocard ein spezifisches Gewicht von 1054 und für das linke von 1059 ermittelt.

In Formalin ergaben sich für das rechte Myocard 1051, für das linke Myocard 1053.

Gesondert am Schluß der Tabelle 4 finden sich die in Paraffinum liquidum, sowie Formalin ermittelten Werte. Ihre Signifikanz liegt unter 2,0 bzw. 1,0. Ein t von dieser Größe besagt aber nicht, daß absolut kein Unterschied zwischen zwei Wertgruppen bestehen kann. Ein Unterschied kann durch eine zu kleine Zahl von Untersuchungen bedingt sein. Darüberhinaus glauben wir, andere methodische, in der Materie selbst verankerte Ursachen verantwortlich machen zu dürfen. Hierauf soll in der Besprechung eingegangen werden.

Zwischen dem spezifischen Gewicht der linken und der rechten Herzkammer besteht ein signifikanter Unterschied. Das spezifische Gewicht der linken Kammer liegt stets höher als das der rechten Kammer. Die hierfür berechnete Signifikanz t erreicht den Wert von 2,9. Nach statistischen Regeln hat dieses errechnete t die Bedeutung, daß mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit zwischen dem Myocard des rechten und linken Ventrikels ein Unterschied im spezifischen Gewicht besteht.

Tabelle 4:

| | rechts | | links | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Medium | y | s | y | s | t |
| Aqua destillata | 1051 | 0,007 | 1055 | 0,008 | 2,7 |
| 0,9 % NaCl-Lösung | 1053 | 0,008 | 1056 | 0,007 | 2,1 |
| Ringer-Lösung | 1048 | 0,004 | 1054 | 0,005 | 2,5 |
| Tyrode-Lösung | 1044 | 0,008 | 1056 | 0,008 | 2,9 |
| Paraffinum liquidum | 1054 | 0,012 | 1059 | 0,011 | 1,67 |
| Formalin (10 % u. 1+9) | 1051 | 0,011 | 1053 | 0,008 | 0,65 |

Für das Myocard des gesamten Herzens wird das spezifische Gewicht nach der Formel

$$a\, y_{li} + (1 - a)\, y_{re} = y \text{ gesamt}$$

berechnet.

Den Berechnungen wurden die Ergebnisse in 0,9 % Na Cl-Lösung zugrunde gelegt und so für das Gesamtmyocard ein spezifisches Gewicht von 1055 ermittelt, wenn - wie allgemein angenommen - sich die Anteile von der linken zur rechten Kammer am Gesamtmyocard wie 2:1 verhalten (MÜLLER, RUSSEL, JONES).

Es handelt sich also bei dem y = 1055 um einen approximativen Wert, da die Annahme eines Verhältnisses von 2:1 für die Myocardmassenverteilung in der linken und rechten Kammer nur der größten Wahrscheinlichkeit entspricht. Andere Untersucher arbeiten zum Beispiel mit einem Verhältnis von 3:1 (MERKEL, VOSS). Hierin eventuell begründete Unterschiede liegen innerhalb der statistisch festgestellten Fehlerbreite unserer Methodik.

Die Papillarmuskeln der linken Kammer hatten im Durchschnitt ein spezifisches Gewicht von 1060. Dieser Wert liegt höher als y vom Gesamtmyocard und auch höher als y vom linken Kammermyocard. In den Berechnungen von

$y_{gesamt}$ und $y_{links}$

sind die Ergebnisse von den linken Papillarmuskeln nicht enthalten. Das für die Meßreihe ermittelte s von 0,013 ließ aber bereits Zweifel an der Sonderstellung der Papillarmuskeln aufkommen. Der Zweifel fand seine Bestätigung in der Berechnung von t = 1,9, die sich auf das linke parietale und linke papilläre Myocard bezieht. Unabhängig von dieser Feststellung ist der Papillarmuskelanteil im Verhältnis zur Gesamtmasse des Myocards so klein und von Fall zu Fall derart verschieden groß, daß dieser wohl funktionell und strukturell besonders ausgezeichnete Muskelabschnitt in unserer quantitativen Bewertung des Gesamtmyocards größenmäßig vernachlässigt werden konnte.

Das spezifische Gewicht

$y_{gesamt}$ von 1055 und $y_{links}$ vom Papillarmuskel = 1060

sind Ergebnisse aus Meßreihen an Herzen, die vorwiegend von erwachsenen Menschen stammten und dem Kollektiv zwischen 1 1/2 Jahren bis unter 90 Jahre angehörten. In dieser Gruppe fanden sich keine Anhaltspunkte für Unterschiede des spezifischen Gewichtes innerhalb von Dezennien. Allerdings ist die Zahl der für diese Arbeit untersuchten Herzen, die der Altersgruppe zwischen 2 und 30 Jahren angehörten, sehr gering.

Aus der Gesamtheit ist jedoch eine Gruppe von Herzen herauszuheben, deren spezifisches Gewicht des Myocards 1047 beträgt.

Es handelt sich um Meßergebnisse des Gesamtmyocards von Totgeborenen, sowie Neugeborenen und Kindern bis zum Alter von 1 1/2 Jahren. Zwischen den beiden herausgestellten Gruppen wurde ein t von 3,3 ermittelt, d.h. zwischen dem spezifischen Gewicht y = 1055, sowie 1060 und y = 1047 besteht eine volle Signifikanz.

2. Gewichtsverlust des Myocards bei Wägung bis zur Gewichtskonstanz.

In dieser Untersuchungsreihe wurden ebenfalls Messungen des septumnahen, sowie marginalen Myocards durchgeführt. Die Werte sind in der Tabelle 5 zusammengefaßt.

Tabelle 5:

Gewichtsverlust bis zur Gewichtskonstanz des Myocards

(Herzen von Verstorbenen im Alter von 1 1/2 Jahren - unter 90 Jahren).

| | rechts | | links | |
|---|---|---|---|---|
| | Kante | Septumnähe | Kante | Septumnähe |
| | 79,78 % | 79,44 % | 79,81 % | 79,66 % |
| s | 1,85 | 1,35 | 1,63 | 1,50 |
| $s_{\bar{x}}$ | 0,15 | 0,12 | 0,11 | 0,12 |
| $s_d$ | 0,19 | | 0,16 | |
| t | 1,79 | | 0,94 | |

Das jeweils zu einem Ventrikel gehörige Myocard zeigt also keine lokalen Unterschiede im Gewichtsverlust. So ergibt sich durchschnittlich

für das rechte Myocard ein Wert von 79,64 % mit einer s von 1,66 und $s_{\bar{x}}$ von 0,10 und

für das linke Myocard ein Wert von 79,75 % mit einem s von 1,58 und $s_{\bar{x}}$ von 0,08.

Von großer Bedeutung ist bei dieser Untersuchungsreihe die Frage, ob bezüglich des Gewichtsverlustes zwischen linkem und rechtem Myocard ein signifikanter Unterschied besteht. Mit t = 0,85 ist anscheinend kein eklatanter Unterschied zwischen rechtem und linkem Kammermyocard nachweisbar. Auch für eine Differenzierung in septumnahes und marginales Myocard unabhängig von links und rechts besteht mit t = 1,8 ebenfalls keine Berechtigung.

In gleicher Weise wurden die Herzen Totgeborener, Neugeborener und von Kindern bis 1 1/2 Jahren untersucht. Die Resultate erlauben eine Sondergruppierung, wie aus Tabelle 6 hervorgehen soll.

Tabelle 6:

Gewichtsverlust bis zur Gewichtskonstanz des Myocards
(Herzen von Totgeborenen, Neugeborenen und Kindern bis zum Alter von 1 1/2 Jahren).

| | rechts | | links | |
|---|---|---|---|---|
| | Kante | Septumnähe | Kante | Septumnähe |
| | 82,77 % | 82,05 % | 82,61 % | 82,12 % |
| s | 1,46 | 1,00 | 1,56 | 1,41 |
| $s_{\bar{x}}$ | 0,29 | 0,24 | 0,24 | 0,29 |
| $s_{\Delta}$ | 0,38 | | 0,37 | |
| t | 1,89 | | 1,32 | |

Auch hier wurden keine Unterschiede im Myocard derselben Kammer offenkundig, so daß die Werte addiert werden konnten. Für das rechte Myocard fand sich ein Gewichtsverlust von 82,48 %,

ein s von 1,33 und $s_{\bar{x}}$ von 0,20;

für das linke Myocard fand sich ein Gewichtsverlust von 82,43 %

ein s von 1,51 und ein $s_{\bar{x}}$ von 0,19.

Zwischen den Werten des linken und rechten Myocards besteht mit t = 0,18 k e i n signifikanter Unterschied. Die Messung des Gewichtsverlustes von Myocard unterteilt nach Dezennien ergab wie bei der Messung seines spezifischen Gewichtes keinen nennenswerten Unterschied.

Das Myocard von Totgeborenen, Neugeborenen und Kindern bis zum Alter von 1 1/2 Jahren unterscheidet sich im Gewichtsverlust wesentlich vom Myocard älterer Menschen (Alter 1 1/2 Jahre bis 90 Jahre). Die Signifikanzberechnung stellt den Unterschied zwischen den beiden Gruppen klar heraus, sie ergibt

links ein t von 13,4 und rechts ein t von 12,35,

d.h. es besteht eine echte Signifikanz.

Bei den linken Papillarmuskeln wurde ebenfalls der Gewichtsverlust festgestellt und mit dem Wert des linken Myocards verglichen.

Für den Papillarmuskel fand sich ein Gewichtsverlust von 78,93 % mit einem

s von 1,48 und $s_{\bar{x}}$ von 0,27.

Das entsprechende t von 2,9 besagt, daß im Gewichtsverlust eine w a h r s c h e i n l i c h e S i g n i f i k a n z zwischen den linken Papillarmuskeln und dem linken Wandmyocard vorliegt.

3. Spezifisches Gewicht des epikardialen Fettgewebes.

Das Fettgewebe hat im Durchschnitt ein spezifisches Gewicht von 0941. Das im Rahmen unserer Untersuchungsreihe ermittelte s beträgt 0,005.

4. Änderung des spezifischen Gewichtes und des Gewichtsverlustes von Myocard bei längerer Verweildauer des Gewebes in verschiedenen Flüssigkeiten.

a) Eine Änderung des spezifischen Gewichtes des Myocards nach Aufbewahrung der Gewebsstücke in verschiedenen Lösungen über längere Zeit konnte nachgewiesen werden.

Hierbei wurden die Muskelstücke nach der "sofortigen Maßanalyse" weiter bis über 48 Stunden in den Meßflüssigkeiten belassen. Die Gewebsstücke wurden so klein gehalten und so viel Analysenflüssigkeit ausgesetzt, daß eine durch Diffusion aus dem Gewebe in die Flüssigkeit in Betracht kommende Änderung des spezifischen Gewichtes der Analysenflüssigkeit erwiesenermaßen außer Acht gelassen, bzw. unberücksichtigt bleiben konnte.

Bei der Messung des spezifischen Gewichtes des Myocards bei verschiedener Verweildauer in der Analysenflüssigkeit stellte sich eine fortlaufende Abnahme heraus.

Tabelle 7:

Verhalten des spezifischen Gewichtes des Myocards in verschiedenen Lösungen:

Linkes Myocard

| sofort | 30 Min. | 1 Std. | 2 Std. | 3 Std. | 24 Std. | 48 Std. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Aqua destillata | | | | | | |
| y 1056 | 1045 | 1039 | 1033 | 1027 | 1024 | 1020 |
| s 0,007 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,007 | 0,006 | 0,003 |
| Abnahme von y in % | | | | | | |
| | 1,04 | 1,61 | 2,18 | 2,75 | 3,03 | 3,41 |

| | sofort | 30 Min. | 1 Std. | 2 Std. | 3 Std. | 24 Std. | 48 Std. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,9 % NaCl-Lösung | | | | | | | |
| y | 1056 | 1048 | 1043 | 1039 | 1035 | 1032 | 1025 |
| s | 0,004 | 0,004 | 0,006 | 0,006 | 0,007 | 0,006 | 0,004 |
| Abnahme von y in % | | | | | | | |
| | | 0,76 | 1,23 | 1,61 | 1,99 | 2,27 | 2,94 |
| Ringer-Lösung | | | | | | | |
| y | 1054 | 1049 | 1047 | 1042 | 1038 | 1030 | 1025 |
| s | 0,005 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,005 | 0,004 | 0,005 |
| Abnahme von y in % | | | | | | | |
| | | 0,47 | 0,66 | 1,14 | 1,52 | 2,28 | 2,75 |
| Tyrode-Lösung | | | | | | | |
| y | 1056 | 1047 | 1042 | 1037 | 1041 | 1031 | 1024 |
| s | 0,008 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | | 0,006 | 0,005 |
| Abnahme von y in % | | | | | | | |
| | | 0,85 | 1,33 | 1,80 | | 2,37 | 3.03 |

---

rechtes Myocard

| | sofort | 30 Min. | 1 Std. | 2 Std. | 3 Std. | 24 Std. | 48 Std. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Aqua destillata | | | | | | | |
| y | 1049 | 1036 | 1029 | 1023 | 1021 | 1017 | 1016 |
| s | 0,006 | 0,004 | 0,004 | 0,005 | 0,007 | 0,005 | 0,003 |
| Abnahme von y in % | | 1,24 | 1,91 | 2,48 | 2,67 | 3,05 | 3,15 |
| 0,9% NaCl-Lösung | | | | | | | |
| y | 1052 | 1043 | 1037 | 1032 | 1030 | 1025 | 1022 |
| s | 0,009 | 0,008 | 0,009 | 0,007 | 0,007 | 0,007 | 0,006 |
| Abnahme von y in % | | 0,86 | 1,43 | 1,90 | 2,09 | 2,57 | 2,85 |
| Ringerlösung | | | | | | | |
| y | 1048 | 1040 | 1035 | 1031 | 1025 | 1020 | 1018 |
| s | 0,004 | 0,004 | 0,005 | 0,005 | 0,006 | 0,005 | 0,004 |
| Abnahme von y in % | | 0,76 | 1,24 | 1,62 | 2,19 | 2,67 | 2,86 |
| Tyrode-Lösung | | | | | | | |
| y | 1044 | 1039 | 1034 | 1028 | 1033 | 1024 | 1018 |
| s | 0,008 | 0,008 | 0,007 | 0,008 | | 0,006 | 0,005 |
| Abnahme von y in % | | 0,48 | 0,96 | 1,53 | | 1,92 | 2,49 |

---

Die Bestimmung des spezifischen Gewichtes des linken und rechten Myocards nach längerer Verweildauer in den einzelnen Flüssigkeiten ergibt für die einzelnen Zeiträume eine prozentuale Abnahme des spezifischen Gewichtes. Hierbei wurden für das linke Myocard nach 48 Stunden im Vergleich zur Sofortbestimmung eine Abnahme von ..... 3,41 % und für das rechte Myocard ebenfalls in 48 Stunden eine Abnahme von ..... 3,15 % als höchste Werte erhalten.

Die prozentuale Änderung des spezifischen Gewichtes in der Zeit zeigt bei einem Vergleich zwischen linkem und rechtem Myocard Unterschiede, wobei das Myocard des rechten Ventrikels schneller eine Änderung des spezifischen Gewichtes erfährt, nach 48 Stunden kommt es zur Angleichung. Der Unterschied im spezifischen Gewicht zwischen linkem und rechtem Myocard wird bei dieser Langzeitmessung noch deutlicher:

Tabelle 8:

Verhalten der Signifikanz t

t li - re

| sofort | 30 Min. | 1 Std. | 2 Std. | 3 Std. | 24 Std. | 48 Std. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Aqua destillata | | | | | | |
| 2,69 | 5,29 | 5,88 | 5,55 | 1,34 | 2,69 | 2,86 |
| 0,9 % NaCl-Lösung | | | | | | |
| 1,66 | 2,27 | 2,31 | 3,18 | 1,43 | 2,69 | 1,50 |
| Ringer-Lösung | | | | | | |
| 2,50 | 4,09 | 5,00 | 5,00 | 4,06 | 3,85 | 2,91 |
| Tyrode-Lösung | | | | | | |
| 2,93 | 2,42 | 2,58 | 2,57 | | 2,12 | 1,54 |

---

b) Die Änderung des Gewichtsverlustes bei längerer Verweildauer in den verschiedenen Lösungen wurde geprüft. Dafür verblieben die Myocardstücke nach Sofortmessung in der Meßflüssikgeit; zu verschiedenen Zeitpunkten wurde der Gewichtsverlust überprüft. Die Myocardstücke wurden zu den verschiedenen Zeiten den Flüssigkeiten entnommen und bis zur Gewichtskonstanz getrocknet, um so den Gewichtsverlust feststellen zu können. Die so behandelten Muskelstücke waren durch stetige Zunahme des Gewichtsverlustes gekennzeichnet. Die Tabelle 9 zeigt das Ergebnis der entsprechenden Berechnung.

Tabelle 9:
Linkes Myocard Gewichtsverlust in Prozent

| | | sofort | 30 Min. | 1 Std. | 2 Std. | 3 Std. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Aqua destillata | | 79,12 | 83,77 | 85,94 | 87,47 | 89,84 |
| | s | 1,72 | 2,46 | 2,19 | 2,21 | 2,09 |
| Zunahme in % bezogen auf den Sofortwert: | | | 5,55 | 7,94 | 9,55 | 11,93 |
| 0,9 % NaCl-Lösung | | 79,35 | 82,89 | 84,59 | 85,56 | 86,58 |
| | s | 1,52 | 1,08 | 0,98 | 0,87 | 0,79 |
| Zunahme in % bezogen auf den Sofortwert: | | | 4,27 | 6,19 | 7,26 | 8,35 |
| Ringer-Lösung | | 78,50 | 82,07 | 83,23 | 84,66 | 85,76 |
| | s | 1,13 | 1,08 | 1,16 | 1,46 | 1,62 |
| Zunahme in % bezogen auf den Sofortwert: | | | 4,35 | 5,68 | 7,28 | 8,47 |
| Tyrode-Lösung | | 79,77 | 82,54 | 84,58 | 85,72 | 87,16 |
| | s | 0,53 | 1,09 | 0,64 | 0,93 | |
| Zunahme in % bezogen auf den Sofortwert: | | | 3,36 | 5,69 | 6,94 | 8,48 |

rechtes Myocard Gewichtsverlust in Prozent:

| | sofort | 30 Min. | 1 Std. | 2 Std. | 3 Std. |
|---|---|---|---|---|---|
| Aqua destillata | 80,04 | 85,12 | 86,54 | 88,07 | 89,64 |
| s | 2,64 | 2,94 | 2,84 | 2,73 | 2,68 |
| Zunahme in % bezogen auf den Sofortwert: | | 5,97 | 7,51 | 9,12 | 10,71 |
| 0,9 % NaCl-Lösung | 80,71 | 83,12 | 84,40 | 86,05 | 87,30 |
| s | 2,55 | 2,12 | 2,31 | 1,57 | 2,23 |
| Zunahme in % bezogen auf den Sofortwert: | | 2,90 | 4,37 | 6,21 | 7,55 |
| Ringer-Lösung | 79,23 | 83,61 | 84,85 | 86,12 | 86,71 |
| s | 2,21 | 0,87 | 0,96 | 1,18 | 0,95 |
| Zunahme in % bezogen auf den Sofortwert: | | 5,24 | 6,62 | 8,00 | 8,63 |
| Tyrode-Lösung | 80,48 | 83,43 | 84,75 | 85,84 | 87,07 |
| s | 1,89 | 1,12 | 1,01 | 0,54 | |
| Zunahme in % bezogen auf den Sofortwert: | | 3,54 | 5,04 | 6,24 | 7,57 |

---

Bei Messungen des Verhaltens des spezifischen Gewichtes und des Gewichtsverlustes vom Gesamtmyocard Neugeborener zeigten sich ähnliche Werte, d.h. das spezifische Gewicht nahm ab, während der Gewichtsverlust zunahm (siehe Anhang P und R).

Die Messungen des spezifischen Gewichtes und des Gewichtsverlustes in Formalin 10 % und in Formalin 1 + 9 ergaben in den von uns gemessenen Zeiträumen nur geringfügige Schwankungen.

5. Spezifisches Gewicht des bis zur Gewichtskonstanz getrockneten Herzmuskels.

In einer anderen Versuchsreihe wurde das spezifische Gewicht des bis zur Gewichtskonstanz getrockneten Myocards ermittelt. Die Wägung wurde in Paraffinum liquidum durchgeführt, da dieses im Vergleich zu den anderen verwendeten Analysenflüssigkeiten ein spezifisches Gewicht hat, das weit unter dem des getrockneten Myocards liegt. Außer in Paraffinum liquidum schwammen die getrockneten Myocardstücke an der Oberfläche, bzw. schwebten dicht unter ihr, so daß in diesen Flüssigkeiten eine exakte Messung unmöglich war, sie war nur in Paraffinum liquidum gewährleistet. Hierbei ergaben sich folgende Werte:

Tabelle 10:

Spezifisches Gewicht des getrockneten Myocards

| | | Kante | | Septumnähe |
|---|---|---|---|---|
| rechts: | | 1,228 | | 1,216 |
| | s | 0,028 | | 0,033 |
| | $s_{\bar{x}}$ | 0,0066 | | 0,008 |
| | | | $s_{\Delta}$ 0,010 | |
| | | | t 1,2 | |
| links: | | 1,333 | | 1,336 |
| | s | 0,06 | | 0,08 |
| | $s_{\bar{x}}$ | 0,013 | | 0,017 |
| | | | $s_{\Delta}$ 0,022 | |
| | | | t 0,14 | |

Im spezifischen Gewicht des Myocards von Kante und Septumnähe der gleichen Seite besteht also kein signifikanter Unterschied, deshalb ist die Addition vertretbar. Aus den der Tabelle 10 zugrunde liegenden Ergebnissen resultiert für das getrocknete rechte Myocard ein spezifisches Gewicht von ..... 1,222
und für das getrocknete linke Myocard
von ..... 1,334;

weiterhin finden sich

links ein s von 0,07 und ein $s_{\bar{x}}$ von 0,010,
rechts ein s von 0,03 und ein $s_{\bar{x}}$ von 0,005.

Bei der Berechnung der Signifikanz wurde für t ein Wert von ..... 9,33 ermittelt; es besteht bei der Messung des spezifischen Gewichtes nach Trocknung bis zur Gewichtskonstanz ein echter Unterschied (echte Signifikanz) zwischen dem rechten und dem linken Myocard.

IV. Formel zur praktischen Ermittlung des Fettgewebsanteiles vom gesamten Herzgewicht:

Als Unbekannte sind der Myocardanteil und der Fettgewebsanteil am messbaren Gesamtgewicht des Herzens zu nennen.

Durch umfangreiche Messungen sind bekannt das spezifische Gewicht des Myocards, sowie des Fettgewebes; messbar ist das spezifische Gewicht des Herzens.

Bezeichnen wir den Myocardanteil mit x, so kann nach allgemeinen Regeln für den Fettgewebsanteil 1 - x gesetzt werden, so daß die zu erstrebende Gleichung eine Gleichung mit einer Unbekannten ist. So ergibt sich für das spezifische Gewicht des gesamten Herzens folgende Gleichung:

$$x \cdot sp_m + (1-x)\, sp_f = sp_{ges}$$

$$x \cdot sp_m + sp_f - x \cdot sp_f = sp_{ges}$$

$$x \cdot (sp_m - sp_f) = sp_{ges} - sp_f$$

$$x = \frac{sp_{ges} - sp_f}{sp_m - sp_f}$$

Wie die Messungen ergeben haben, beträgt:

$sp_f = 0941$ $\qquad$ $sp_m = 1055$

daher lautet die Formel:

$$x = \frac{sp_{ges} - 0941}{0114}$$

$$x = \frac{sp_{ges} - const._1}{const._2}$$

Hierbei ist:

$sp_{ges}$ = spezifisches Gewicht des gesamten Herzens,

also die zu ermittelnde Größe.

$Sp_m$ = spezifisches Gewicht des Myocards

$sp_f$ = spezifisches Gewicht des Fettgewebes

x = Anteil des Myocards.

Mit Hilfe dieser Formel ist es möglich, eine Tabelle aufzustellen, die alle möglichen Variationen des spezifischen Gewichtes des Gesamtherzens enthält. Für das spezifische Gewicht vom Myocard wurde der in 0,9 % NaCl-Lösung ermittelte Wert von ..... 1055 eingesetzt. Aus Tabelle 11 kann nach Bestimmung des spezifisches Gewichtes des zu untersuchenden Gesamtherzens der Myocardanteil am Herzgewicht direkt abgelesen werden.

Tabelle 11:

| $sp_{ges}$ | x | $sp_{ges}$ | x | $sp_{ges}$ | x | $sp_{ges}$ | x |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1055 | 1000 | 1021 | 702 | 987 | 404 | 953 | 105 |
| 1054 | 991 | 1020 | 693 | 986 | 395 | 952 | 96 |
| 1053 | 982 | 1019 | 684 | 985 | 386 | 951 | 88 |
| 1052 | 974 | 1018 | 675 | 984 | 377 | 950 | 79 |
| 1051 | 965 | 1017 | 667 | 983 | 368 | 949 | 70 |
| 1050 | 956 | 1016 | 658 | 982 | 360 | 948 | 61 |
| 1049 | 947 | 1015 | 649 | 981 | 351 | 947 | 53 |
| 1048 | 939 | 1014 | 640 | 980 | 342 | 946 | 44 |
| 1047 | 930 | 1013 | 632 | 979 | 333 | 945 | 35 |
| 1046 | 921 | 1012 | 623 | 978 | 325 | 944 | 26 |
| 1045 | 912 | 1011 | 614 | 977 | 316 | 943 | 18 |
| 1044 | 904 | 1010 | 605 | 976 | 307 | 942 | 9 |
| 1043 | 895 | 1009 | 596 | 975 | 298 | 941 | 0 |
| 1042 | 886 | 1008 | 588 | 974 | 289 | | |
| 1041 | 877 | 1007 | 579 | 973 | 281 | | |
| 1040 | 868 | 1006 | 570 | 972 | 272 | | |
| 1039 | 860 | 1005 | 561 | 971 | 263 | | |
| 1038 | 851 | 1004 | 553 | 970 | 254 | | |
| 1037 | 842 | 1003 | 544 | 969 | 246 | | |
| 1036 | 833 | 1002 | 535 | 968 | 237 | | |
| 1035 | 825 | 1001 | 526 | 967 | 228 | | |
| 1034 | 816 | 1000 | 518 | 966 | 219 | | |
| 1033 | 807 | 999 | 509 | 965 | 211 | | |
| 1032 | 798 | 998 | 500 | 964 | 202 | | |
| 1031 | 789 | 997 | 491 | 963 | 193 | | |
| 1030 | 781 | 996 | 482 | 962 | 184 | | |
| 1029 | 772 | 995 | 474 | 961 | 175 | | |
| 1028 | 763 | 994 | 465 | 960 | 167 | | |
| 1027 | 754 | 993 | 456 | 959 | 158 | | |
| 1026 | 746 | 992 | 447 | 958 | 149 | | |
| 1025 | 737 | 991 | 439 | 957 | 140 | | |
| 1024 | 728 | 990 | 430 | 956 | 132 | | |
| 1023 | 719 | 989 | 421 | 955 | 123 | | |
| 1022 | 711 | 988 | 412 | 954 | 114 | | |

Mit Hilfe der Tabelle 11 ist es nun möglich, nach Feststellung des spezifischen Gewichtes des Gesamtherzens in 0,9 % NaCl-Lösung den genauen Myocardanteil - also die aktive für die Leistung allein ausschlaggebende Muskelmasse zu ermitteln.

Beispiel:

a) Herz mit einem Bruttogewicht von 700 g
hat ein spezifisches Gewicht von 1032.

Der Anteil des Myocards X beträgt dann 798,
dh. das untersuchte Herz besteht zu 79,8 %
aus aktivem Parenchym,

sein Myocardanteil beträgt = 558,6 g.

b) Herz mit einem Bruttogewicht von 900 g
hat ein spezifisches Gewicht von 998.

Der Anteil des Myocards X beträgt dann 500,
d.h. das untersuchte Herz besteht zu 50 %
aus aktivem Parenchym,

sein Myocardanteil beträgt = 450 g.

Die exakte Präparation des Fettgewebes ist also zur Beurteilung der aus der Muskelmasse zu erschliessenden Herzleistung nicht mehr zu fordern, da der effektive Myocardanteil aus der obigen Tabelle errechnet werden kann.

## V. Formel zur Ermittlung der Fehlergrenzen und Signifikanz.

1) Fehlerbreite der Methodik.
Nach der Bestimmung des spezifischen Gewichtes wurde die mittlere quadratische Abweichung "s" gemäß folgender Formel bestimmt:

$$s^2 = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

oder

$$s^2 = \left[\frac{\sum_i (x_i - \bar{x}')^2}{n} - (\bar{x} - \bar{x}')^2\right] \frac{n}{n-1}$$

hierbei sind: $x_i$ = erhaltene Werte

$\bar{x}'$ = angenommener Mittelwert (provisorisches Mittel)

$\bar{x}$ = arithmetisches Mittel (Durchschnitt)

Die Berechnung von s wurde für sämtliche ermittelten Werte durchgeführt. Diese beziehen sich auf das Kammermyocard rechts und links, die linken Papillarmuskeln sowie das Fettgewebe.

Die Ermittlungen des mittleren Fehlers des Durchschnitts "$s_{\bar{x}}$" ergaben sich aus:

$$s^2_{\bar{x}} = \frac{s^2}{N}$$

$$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{N}}$$

Aus den erhaltenen Werten konnte dann der mittlere Fehler der Differenz "$s_\Delta$" errechnet werden:

$$s_\Delta{}^2 = s^2_{\bar{x}_1} + s^2_{\bar{x}_2}$$

$$s_\Delta = \sqrt{s^2_{\bar{x}_1} + s^2_{\bar{x}_2}}$$

2) Signifikanz zur Differenzierung verschiedener Kollektive.

Unsere Untersuchungen wurden in Gruppen durchgeführt, deren Ergebnisse miteinander zu vergleichen waren. Es war zu entscheiden, inwieweit Unterschiede zwischen den Kollektiven statistisch zu erhärten waren, so z.B. die Unterschiede des spezifischen Gewichtes zwischen rechtem und linkem Myocard.

Hierzu wurde die Signifikanzberechnung nach folgender Formel berechnet:

$$t = \frac{\Delta}{s_\Delta}$$

$\Delta$ = Differenz

$s_\Delta$ = mittlerer Fehler der Differenz.

VI. Schlußfolgerungen:

1) Spezifisches Gewicht des Myocards.

Die Messungen des spezifischen Gewichtes des Myocards ergaben Unterschiede zwischen linker und rechter

Herzkammer; das linke Kammermyocard hatte in physiologischer Kochsalzlösung einen Wert von ..... 1056, das rechte Kammermyocard von ..... 1053.

Die mittlere quadratische Abweichung betrug

$s_{rechts}$ 0,008 und

$s_{links}$ 0,007.

Die Werte für die Signifikanz t schwanken zwischen 0,65 (Messung in Formalin) und 2,9 (Messung in Tyrode-Lösung). Danach besteht eine wahrscheinliche Signifikanz in der Differenzierung zwischen linkem und rechtem Kammermyocard, da t überwiegend zwischen 2 und 3 liegt.

Dem bei der Messung in Formalin erhaltenen t von 0,65 kommt keine Bedeutung zu, da die Fallzahl sehr klein und das Formalin als Analysenflüssigkeit nicht indifferent in seinem Verhalten gegenüber Gewebe ist.

Die Ergebnisse sind an einem biologisch inhomogenen Material gewonnen. Beim Herzen handelt es sich nicht um feste Körper, sondern um ein System verschiedener Strukturdichte, wobei im Zwischengewebe Elektrolyte, Wasser und auch Gase in verschiedener Menge vertreten sind. Für ein solches Material reicht die errechnete Signifikanz aus.

Das Ergebnis erfordert einige Überlegungen. Das spezifische Gewicht erlaubt eine Aussage über das Verhältnis eines Stoffes zu einem anderen; es handelt sich also um einen Vergleichswert. Darüber hinaus macht das ermittelte spezifische Gewicht eine Angabe über die Dichte des Stoffes oder des Materials. Die Untersuchungsergebnisse können also eine Vorstellung über die Strukturdichte des inhomogenen Materials vermitteln. Im Unterschied zur Bestimmung homogener Stoffe ist die Masse eines inhomogenen Körpers seinem Volumen nicht allein proportional (POHL, GERTHSEN).

Das spezifische Gewicht eines biologischen Körpers ist hierbei meßtechnisch abhängig von der Flüssigkeit, in der die Untersuchung durchgeführt wird. Sicher ist die Oberflächenaktivität der Flüssigkeit von großer Bedeutung; als Beweis sei die Tatsache angeführt, daß eine Rasierklinge bei Flachlagerung auf der Wasseroberfläche schwimmt, während sie bei Kantenlagerung absinkt. Hierbei spielt also die Überwindung der Oberflächenspannung eine ausschlaggebende Rolle.

Zur Feststellung des Einflusses der Meßflüssigkeit auf die Gewebe wurden Messungen in verschiedenen Flüssig-

keiten durchgeführt. Es bewährte sich die physiologische Kochsalzlösung am besten. Die in ihr ermittelten Werte wurden für die weiteren Rechnungen verwendet.

Der Unterschied des spezifischen Gewichtes hängt mit Verhältnissen zusammen, über die sich schon andere geäussert haben. (LINZBACH, HORT, JANSEN, SCHMIDT, PUFF).

a) Myocardfasertextur: Der Unterschied im spezifischen Gewicht des linken und rechten Kammermyocards kann z.T. durch die verschiedene Fasertextur bedingt sein. PUFF beschreibt eine äußere Längsschicht, eine mittlere Ringschicht, sowie eine innere Längsschicht, die untereinander in Zusammenhang stehen.

   Die oberflächlichen Ringfasern umkreisen beide Ventrikel gemeinsam, die tieferen jeden einzeln, indem sie in das Septum einbiegen. Der rechte Ventrikel zeigt bis auf geringe Reste keine äussere Längsschicht, so daß also die hier nicht sehr kräftige Ringschicht an der Oberfläche liegt. Diese Schicht greift auf den linken Ventrikel über und macht so den rechten zu einem "Anhängsel". Die Ringschicht bildet eine Spirale.

   Die Papillarmuskeln zeigen eine zopfartige Verflechtung ihrer als Längsfasern umbiegenden Ringfasern, so daß ein Zusammenhang zwischen den Papillarmuskeln und der Kammerwand besteht.

b) Bindegewebe: Eine Bedeutung scheint auch dem Interstitium zuzukommen. Nach JANSEN finden wir r e c h t s ein breiteres und lockeres Interstitium und reichlich Bindegewebe, l i n k s dagegen ist das Interstitium schmaler, dichter und bindegewebsarm. Darauf beruht sicherlich die Fähigkeit des rechten Ventrikels zur Fettspeicherung oder Lipomatose. Ein Alterseinfluß auf den Bindegewebsanteil des Herzens - eine generelle primäre Zunahme - konnte durch LAVES und CORRELL nicht nachgewiesen werden, da beim Greis und auch beim Neugeborenen die Oxyprolinwerte in den normalen Abschnitten gleich sind. Lokalisierte Bindegewebsveränderungen pflegen wohl als Folge sklerotischer Veränderungen der Coronargefäße zu entstehen, sind also sekundäre Erscheinungen; desgleichen sind Veränderungen des Bindegewebes als Folge entzündlicher Prozesse zu bewerten. Deshalb wurde zu den vorliegenden Untersuchungen nur r e i n e s , d.h. schwielenfreies Myocard verwendet. An einem solchen Material konnten altersbedingte Änderungen des spezifischen Gewichtes jenseits des Säuglings- und Kleinkindalters nicht festgestellt werden.

c) Myocardfaseranzahl, - dicke und -topik:

In diesen Punkten werden Unterschiede zwischen rechtem und linkem Ventrikel im spezifischen Gewicht zum Ausdruck kommen. Die Anzahl der Muskelfasern ist links und rechts die gleiche (LINZBACH, HORT), unabhängig vom Alter. Die Faser ist links 25 % dicker als rechts, außerdem liegen die Fasern des rechten Ventrikels auf "Lücke", eine Erklärung des Größenunterschiedes beider Ventrikel. Änderungen der Faserzahl treten erst bei Hyperplasie des Myocards - oberhalb des kritischen Herzgewichtes - ein. Wesentlich ist weiterhin das Verhältnis der Myocardfasern zu den Kapillaren; in der Kapillardichte besteht offensichtlich ein Unterschied zwischen links und rechts; im rechten Myocard fand HORT eine geringere Kapillaranzahl im Verhältnis zu den Muskelfasern.

d) Elektrolytgehalt: Bedeutsam für die hier gestellte Frage scheint der Elektrolytgehalt des Myocards zu sein.

Im linken Kammermyocard ist reichlich Kalium und wenig Natrium, im rechten dagegen wenig Kalium und reichlich Natrium.

Kalium liegt in der Muskelfaser, Natrium ist im extrazellulären Raum zu finden; dieser macht nach JANSEN 15 % des Gesamtvolumens aus.

a) Kalium- und Natriumgehalt im Kammermyocard nach JANSEN:

| | Kalium: | Natrium: |
|---|---|---|
| rechts | 66,4 ± 4,54 mval/kg | 68,8 ± 12,54 mval/kg |
| links | 82,7 ± 4,02 mval/kg | 45,8 ± 12,57 mval/kg |

b) Kalium- Natrium- und Wassergehalt im Kammermyocard nach SCHMIDT:

| | Kalium: | Natrium: |
|---|---|---|
| rechts | 69,8 ± 5,60 mval/kg | 55,1 ± 5,48 mval/kg |
| links | 78,5 ± 7,52 mval/kg | 52,9 ± 4,19 mval/kg |

| | Wasser: |
|---|---|
| rechts | 78,19 ± 1,263 % |
| links | 77,79 ± 1,96 % |

Die Unterschiede in der Elektrolytverteilung sind wahrscheinlich durch die unterschiedliche Breite und Dichte der Muskelfasern zu erklären. Die größere Muskelmasse des linken Ventrikels bedingt einen hohen Kaliumwert, der höher ist als der des rechten Ventrikels. Dagegen kann das breite Interstitium der rechten Kammer einen höheren Natriumwert und Wassergehalt erklären. Elektrolytgehalt und spezifisches Gewicht des Septummyocards stimmen mit den Ergebnissen des linken Myocards überein.

Die niedrigsten Kalium- und höchsten Natriumwerte wurden von den genannten Autoren in den Vorhöfen, Herzohren, sowie in den Vorhofscheidewänden gefunden. Bei Neugeborenen ist der Elektrolytgehalt beider Ventrikel annähernd gleich! Der höhere Kaliumwert in der linken Ventrikelwand ist bei beiden Autoren statistisch gesichert, während die Werte für Natrium und Wasser nur zufällige Unterschiede zeigen.

2) Spezifisches Gewicht des rechten Kammermyocards:

Das spezifische Gewicht des rechten Kammermyocards ist geringer als das des linken. Wahrscheinlich kann diese Tatsache auf die lockere Anordnung der Myocardfasern, ihre andersartige Schichtung, sowie Faserdichte zurückgeführt werden. Das Interstitium scheint hierbei von Bedeutung zu sein. Als weiteres Moment ist der unterschiedliche Elektrolytgehalt zwischen den Ventrikeln zu nennen. Kalium als ein Stoff mit höherem Atom- und Molekulargewicht ist im rechten Kammermyocard erwiesenermaßen wesentlich geringer enthalten. Die Ansichten über den Natriumgehalt gehen dahin, daß sich im rechten Kammermyocard mehr Natrium finden soll als im linken. Da eine Übereinstimmung in den Analysenwerten des Natrium bis heute nicht vorhanden ist (- SCHMIDT spricht nur von einem zufälligen Befund -) kann dem Natrium im Hinblick auf unsere Frage keine differenzierende Bedeutung beigemessen werden; Natrium hat zudem ein relativ niedriges Atomgewicht.

3) Spezifisches Gewicht des linken Kammermyocards:

Das spezifische Gewicht des linken Kammermyocards liegt mit 1056 höher als das des rechten mit 1053. Dieser höhere Wert resultiert im wesentlichen aus der Architektur der linken Myocardfaserschichten.

Zum linken Ventrikel gehören:

a) das Septum: Dieses stellt nach MERKEL und VOSS eine funktionelle Einheit mit dem linken Ventrikel dar. Begründet wird diese Behauptung mit der Tatsache, daß bei Veränderungen des linken Kammermyocards das Septum stets mitgetroffen ist.

b) Die linken Papillarmuskeln: Ihr spezifisches Gewicht (1060) scheint zunächst höher als das des linken Kammermyocards. Aber das bei der Signifikanzberechnung ermittelte t von 1,9 weist keine Unterschiede auf. Im Gewichtsverlust (78,93 %) zeigte sich dagegen eine wahrscheinliche Signifikanz (t = 2,9), die in ihrer Ursache nicht sicher zu klären ist, da im spezifischen Gewicht scheinbar kein Unterschied besteht.

4) Spezifisches Gewicht des Myocards von linker und rechter Kammer.

Das spezifische Gewicht des gesamten Myocards ist aus dem Massenverhältnis des Myocards zwischen linker und rechter Kammer zu ermitteln.

Nach den herkömmlichen Ermittlungen ist ein Verhältnis 2:1 anzusetzen. Danach ergibt sich ein spezifisches Gewicht von 1055. Es resultiert aus dem ermittelten spezifischen Gewicht des linken und rechten Kammermyocards mit den mittleren quadratischen Abweichungen von 0,008 und 0,007.

Dieser Wert von 1055 kann als eine Konstante des Myocards gelten. Bereits LINZBACH nahm eine Konstante für das "Herz" - abgesehen von Verfettungen und Fettherzen - an, ohne einschränkend nur vom Myocard zu sprechen. Dieser Konstanten liegt - wie bereits erwähnt - die Annahme zugrunde, daß zwischen rechtem und linkem Kammermyocard ein Verhältnis von 1:2 besteht. In neuerer Literatur werden dagegen aufgrund anderer Untersuchungen und Vorstellungen die Kammeranteile links : rechts wie 3 : 1 angegeben (MERKEL, VOSS). Das Septum wird hierbei zum linken Ventrikel gezählt. Legen wir beispielsweise dieses Verhältnis zugrunde, so ergibt sich für das spezifische Gewicht ebenfalls der Wert von 1055; er unterscheidet sich von dem erstgenannten lediglich in der vierten Dezimalen und ist somit ohne praktische Bedeutung.

Diesem Wert von 1055 sind die von HORT ermittelten spezifischen Gewichte von 1060 - 1080 gegenüberzustellen, die von Versuchstieren stammen und einen Vergleich mit dem menschlichen Herzen nicht ohne weiteres zulassen. BARDEEN gibt das spezifische Gewicht des Myocards mit 1050 an.

Vergleicht man das spezifische Gewicht des Myocards (1055) mit dem des Blutes, für das ein Wert von 1058 angegeben wird, so findet man die erwartete Annäherung in den Werten, da sowohl Blut als auch Myocard genetisch gesehen mesenchymaler Herkunft sind.

5) Untersuchungen zum Verhalten des spezifischen Gewichtes bei Aufbewahrung des Myocards in verschiedenen Flüssigkeiten über längere Zeiträume.

a) Die vorgenommenen Messungen zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes des Myocards und Fettgewebes mußten kurzfristig ausgeführt werden. Bei längerer Verweildauer unterliegen die Gewebe Veränderungen, die in ihren physikalischen Eigenschaften und somit auch in einer Änderung des spezifischen Gewichtes zum Ausdruck kommen. Bei entsprechenden Versuchen zeigte das Myocard eine ständige Abnahme seines spezifischen Gewichtes (siehe Tabelle 7).

- Messungen über einen längeren Zeitraum als 48 Stunden wurden durch die dann massiv einsetzenden autolytischen Vorgänge verhindert. -

Bemerkenswert ist hierbei das Verhalten vom linken und rechten Kammermyocard. Ein signifikanter Unterschied besteht in dem jeweiligen spezifischen Gewicht bis zur zweiten Stunde. Die prozentuale Änderung des spezifischen Gewichtes ist annähernd gleich groß!

Dass es nach der zweiten Stunde zum Verschwinden eines signifikanten Unterschiedes im spezifischen Gewicht kommt, hängt sicher von mehreren Faktoren ab; sehr wahrscheinlich spielt hierbei eine Angleichung der osmotischen Verhältnisse eine Rolle.

Den Änderungen im spezifischen Gewicht geht eine Zunahme des Gewichtsverlustes (beim Trocknen bis zur Gewichtskonstanz) parallel.

b) Untersuchungen in Formalin.

Es fanden sich innerhalb der von uns untersuchten Zeiträume keine Änderungen des spezifischen Gewichtes. Wahrscheinlich tritt in den ersten Stunden keine Änderung von Volumen und Gewicht ein oder nur eine gleichzeitige. Damit wäre das Gleichbleiben des spezifischen Gewichtes zu erklären. Formalin bedingt eine Änderung des Eiweißes, es bewirkt seine Denaturierung. Durch Formalin wird also im Zuge der ersten Fixierungsvorgänge die Diffusion und damit der Ionenaustausch, sowie die Aufnahmefähigkeit für Wasser geändert, bzw. unterbrochen. In späteren, von uns aber nicht untersuchten Zeitabständen soll Abnahme des spezifischen Gewichtes zu registrieren sein (HORT: 1,08 - 1,06).

Ein Vergleich unserer Ergebnisse mit den Untersuchungen von HORT ist aufgrund anderer Versuchsbedingungen nicht möglich. HORT prüfte das Verhalten von ganzen Herzen oder größeren Herzabschnitten in Formalin in größeren Zeiträumen.

6) Das Verhalten des Myocards vor dem 1 6/12 Lebensjahr:

Es werden die Messungen in physiologischer Kochsalzlösung verglichen. Untersucht wurden Herzen von Totgeborenen, Neugeborenen, Säuglingen und Kindern bis 1 6/12 Jahren. Das spezifische Gewicht vom Gesamtmyocard (rechte und linke Kammer) beträgt 1047. Dieser Wert liegt also weit unter dem mit 1055 ermittelten von Herzen älterer Menschen.

Der Gewichtsverlust beträgt links ..... 82,43 %
und rechts ..... 82,48 %;
ein signifikanter Unterschied zwischen rechtem und linkem Kammermyocard ergab sich in dieser Gruppe auch nicht. Diese Werte unterscheiden sich aber von den Ergebnissen bei älteren Herzen.

Für beide Bestimmungen wurde die Signifikanzberechnung durchgeführt. Sie ergab für das spezifische Gewicht des Gesamtmyocards ..... t = 3,3!
und für den Gewichtsverlust links ..... t = 13,4!
und ..... rechts ..... t = 12,35 !

Wie ist diese auffällige Differenz zwischen den Altersgruppen zu erklären?

Der rechte Ventrikel ist bei Neugeborenen und Säuglingen größer als der linke Ventrikel, bzw. gleich groß. Das Myocard ist noch nicht in links und rechts ausdifferenziert, so daß dadurch das niedrigere spezifische Gewicht bedingt sein kann, da das rechte Kammermyocard im höheren Lebensalter auch einen niedrigeren Wert als das linke zeigt. Die beiden Herzkammern von Neugeborenen haben dazu noch den gleichen Elektrolytgehalt. Der größere Gewichtsverlust von Herzen bis zu 1 6/12 Jahren weist auf den höheren Flüssigkeitsgehalt des Myocards hin, der einen Einfluß auf das spezifische Gewicht des Myocards nimmt.

7) Alternde Herzen.

Bei der Untersuchung des Kammermyocards über Dezennien ergaben sich sowohl im spezifischen Gewicht als auch im Gewichtsverlust keine Unterschiede. Im Handbuch von HOPPE-SEYLER werden 1,4 % Wasserabnahme der Herzmuskulatur mit 70 Jahren im Vergleich zum mittleren Lebensalter beschrieben; diese Beobachtung ist von uns nicht zu bestätigen.

8) Trockenmyocard.

Das bis zur Gewichtskonstanz getrocknete und in Paraffinum liquidum gemessene spezifische Gewicht des Myocards der rechten Kammer beträgt ....1222
und das der linken Kammer .....1334.

Eine Zunahme des spezifischen Gewichtes war vorauszusehen, da nach Trocknung die vormals mit Flüssigkeit gefüllten Spalträume des Myocards nicht mehr vorhanden sind. In dieser Zunahme drückt sich aber auch der bereits genannte Unterschied zwischen linkem und rechtem Kammermyocard aus. Die Signifikanz beträgt ..... t = 9,33.

Aus rein technischen Gründen mußte die Messung in Paraffinum liquidum vorgenommen werden.

9) Gewichtsverlust nach Trocknung des Herzmuskels bis zur Gewichtskonstanz.

Bisher wurde anhand des spezifischen Gewichts auf einen Unterschied zwischen linkem und rechtem Myocard hingewiesen. Um so mehr verwundert es, daß bei der Bestimmung des Gewichtsverlustes ein signifikanter Unterschied zwischen linkem und rechtem Kammermyocard nicht nachzuweisen ist, danach scheint der Flüssigkeitsgehalt also der gleiche zu sein.

Myocardtextur und Interstitium sind in den Kammern different, sie können den gleichen Flüssigkeitsgehalt n i c h t erklären. Möglicherweise findet sich eine Deutung in dem Gehalt an wasserbindenden Alkalien, nämlich Natrium. Die Aussagen in der Literatur über den Natriumgehalt sind noch nicht einheitlich. Ein gleich hoher Natriumgehalt in beiden Kammern (SCHMIDT) würde unseren Befund besser erklären können als die auf eine Differenz hinweisenden Ergebnisse von JANSEN. Damit ist aber das Phänomen des unterschiedlichen Verhaltens von spezifischem Gewicht und Gewichtsverlust des Myocards noch nicht gelöst.

10) Ziel der Arbeit war es, ein Untersuchungsverfahren auszuarbeiten, das es erlaubt, den aktiven Myocardanteil eines sezierten Herzens ohne umständliche Präparation zu bestimmen. Die dazu erforderlichen theoretischen Überlegungen und praktischen Versuche wurden in ihren Ergebnissen in den vorausgeschickten Punkten besprochen.

Das Sektionsgewicht des Herzens wird weitgehend durch die Muskelmasse und das Fett, bzw. Fettgewebe, bestimmt. Zur quantitativen Beurteilung der beiden Gewebearten an Herzen wurde nun eine Bestimmungsmethode erarbeitet, die sich auf Untersuchungen des spezifischen Gewichtes stützt. Dazu wurden das spezifische Gewicht des Myocards (1055) und das spezifische Gewicht des Fettgewebes (0941) ermittelt. Der Myocardanteil am Gesamtherzgewicht wird nach der Formel berechnet:

$$x = \frac{sp_{ges} - constante_1}{constante_2}$$

$sp_{ges}$ = spezifisches Gewicht des gesamten Herzens

$x$ = Anteil des Myocards

praktisch aus $sp_{ges}$ mit Hilfe der Tabelle 11 festgestellt.

Hierzu wird folgendermaßen verfahren:

Das Herz wird nach der Sektion in üblicher Weise in Luft gewogen. Anschließend wird das Volumen, d.h. die Massenverdrängung des Herzens bestimmt.

Aus diesen Werten wird das spezifische Gewicht des gesamten Herzens nach der Formel berechnet:

$$y = \frac{G}{V} = \frac{\text{Gewicht}}{\text{Volumen}}$$

Aus der Tabelle 11 ergibt sich dann der zugehörige Myocardanteil und als Differenzbetrag die Fett- bzw. Fettgewebsmenge. Wir glauben, daß auf Grund solcher Werte eine bessere Aussage über die Leistungsfähigkeit des Herzens möglich ist.

Jeder Methode haften Fehlerquellen an. So müssen größere Verkalkungen, die das spezifische Gewicht des Gesamtherzens wesentlich beeinflussen können, berücksichtigt werden; sie engen bei Nichtbeachtung den Wert dieses Untersuchungsverfahrens ein; es sollten deswegen die stark kalkhaltigen Abschnitte vor der Analyse entfernt werden, ein Verfahren, das sicherlich schneller durchzuführen ist als eine Präparation nach MÜLLER. Außer bei Verkalkungen wird auch das spezifische Gewicht von Herzen mit gallertiger Atrophie des Epicards höher gefunden.

## VII. Zusammenfassung:

Es wurde eine Methode zur Bestimmung des Myocardanteiles am Gesamtherzgewicht erarbeitet. Sie beruht auf der Ermittlung des spezifischen Gewichtes. Für das Myocard des Gesamtherzens fand sich ein spezifisches Gewicht y von 1055, für das Herzfettgewebe (epicardiale Fetthülle) ein y von 0941. Für das Myocard des rechten und des linken Ventrikels wurden statistisch signifikante Unterschiede von y gefunden. Das Myocard von Herzen bis zu 1 6/12 Lebensjahren hat ein geringeres y als das von älteren Menschen (jenseits der ersten 1 6/12 Lebensjahre). Der Gewichtsverlust von Myocardstücken (bei Wägung bis zur Gewichtskonstanz) war von der rechten und linken Kammer gleich groß; ein signifikanter Unterschied im Gewichtsverlust ergab sich jedoch zwischen

Herzen vor 1 6/12 Lebensjahren und nach diesem Zeitpunkt. Die in Betracht zu ziehenden Ursachen für die Differenzen im spezifischen Gewicht und Gewichtsverlust wurden anhand der Myocardfaserstruktur, des Myocardzwischengewebes und des Elektrolytgehaltes erörtert. Das Verhalten der Herzmuskulatur sowohl der rechten als auch der linken Kammer in verschiedenen Lösungen über längere Zeiträume wurde dargelegt. Formalin unterbricht die in isotonischen Lösungen übliche Diffusion.

# A n h a n g .

Der Anhang der vorliegenden Dissertation besteht aus den Tabellen A bis X. In diesen Tabellen sind alle einzelnen Versuchsergebnisse wiedergegeben. Die Tabellen füllen daher 170 Blätter. Da die Auswertung dieser Ergebnisse in den Texttabellen erfolgt und im Text besprochen ist, wurden mit Rücksicht auf die großen Kosten die Anhangstabellen nicht reproduziert. Die vollständigen Anhangstabellen stehen bei der Verfasserin zwecks Einsicht zur Verfügung.

Bardeen, C.R. Determination of size of Heart by X-Rays. Amer.J.of Anatomy 1918,23,423-485

Hoppe-Seyler Handbuch der physiologisch- und pathologisch-chemischen Analyse. 1953,5,1,539-560

Hort, W. Quantitative histologische Untersuchungen am wachsenden Herzen. Virchows Archiv f. patholog. Anatomie und Physiologie 1953, 323, 223-242

Hort, W. Quantitative Untersuchungen über die Capillarisierung des Herzmuskels im Erwachsenen- und Greisenalter bei Hypertrophie und Hyperplasie. Virchows Archiv f. patholog. Anatomie und Physiologie. 1955,327, 560-576

Hort, W. Quantitative Untersuchungen über den Einfluß der Fixierung, Entwässerung und Einbettung auf den Herzmuskel. Z.f. wiss. Mikroskopie und mikroskopische Technik. 1961,65, 16-21

Jansen, H.H. Der unterschiedliche K/Na-Gehalt der beiden Herzkammern in seiner Abhängigkeit von Störungen des Mineralhaushaltes. Verh. dtsch. Ges. Path. 1960,44, 195-197

Jansen, H.H. und Stappenbeck, L. Die regionäre Verteilung von Kalium und Natrium im Herzmuskel. Klin. Wochenschrift 1962, 470-472

Jansen, H.H. Myokardosestudien. Arch.f.Kreislaufforschung 1962,37, 1-87

Laves, W. und Correll, H. Alter und Bindegewebsgehalt des menschlichen Herzmuskels. Dtsch.Z.ges.gericht.Med.1960,464,50

Linzbach, A.J. Herzhypertrophie und Kritisches Herzgewicht. Klin. Wochenschrift 1948, 459-463

Die Muskelfaserkonstante und das Wachstumsgesetz der menschlichen Herzkammern. Virchows Archiv f. patholog.Anatomie und Physiologie 1950,318, 575-618

Die quantitative Anatomie des normalen und vergrößerten Herzens im Hinblick auf die Herzinsuffizienz. Verh.dtsch.Ges.Kreislaufforschung 1950,16, 43-54

Die pathologische Anatomie der Herzinsuffizienz. Handbuch der Inneren Medizin IX/1 1960

Merkel, H. und Voss, G. — Die Verteilung der Ventrikelmuskulatur auf das Kammerseptum des Herzens. Verh. dtsch. Ges. Path. 1956, 238-242

Müller, W. — Die Massenverhältnisse des menschlichen Herzens. Hamburg und Leipzig 1883

Puff, A. — Der funktionelle Bau der Herzkammern. Zwangslose Abhandlungen aus dem Gebiet der normalen und pathologischen Anatomie. 1960,8

Reiner, L. u.a. — The weight of the human heart I.Normal cases. A.M.A. Arch. Path. 1959, 68, 58

Roessle, R. und Roulet, F. — Maß und Zahl in der Pathologie. 1932

Russel, Jones,S. — The weight of the heart and its chambers in hypertensive cardiovascular disease with and without failure. Circulation 1953,7,357-369

Schoenmackers,J. und Willmen, H.R. — Über Lipomatosis cordis, ihre Beziehungen zur Leistungsfähigkeit und Insuffizienz des rechten Ventrikels. Archiv f. Kreislauf-forschung 1963,40, 251

Schmidt, G. — Über flammenphotometrische Bestimmungen von Kalium und Natrium im menschlichen Herzen. Beitr. path. Anat. 1959,121, 437-441.

Herrn Professor Dr. med. M a ß h o f f danke ich für die Überlassung des Themas. Meinen Dank möchte ich auch Herrn Professor Dr. Dr. med. F r e u d e n b e r g für seinen hilfreichen Rat und seine freundlichen Hinweise zur Gestaltung der Arbeit aussprechen. Gleichzeitig danke ich Herrn Dr. med. R e i m e r s für die guten Anregungen.

# Lebenslauf.

Ich, Dagmar Scheidt, wurde am 21.11.1938 als Tochter des Diplomvolkswirtes und Arztes Dr.Dr. Helmut Scheidt und seiner Ehefrau Waltraud, geb. Ulian, in Berlin-Charlottenburg geboren. Am 6.3.1958 legte ich an der Liebfrauenschule in Berlin-Charlottenburg die Reifeprüfung ab und begann mit dem Sommersemester 1958 an der Freien Universität Berlin mit dem Studium der Medizin. Am 7.3.1961 bestand ich an der Freien Universität Berlin die ärztliche Vorprüfung und am 21.5.1965 vor dem Ausschuß für die ärztliche Prüfung in Berlin die ärztliche Prüfung mit dem Urteil "gut". Seit dem 1.6.1965 bin ich als Medizinalassistentin am Städt. Krankenhaus Spandau tätig.